



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 199 13 593 A 1

⑤ Int. Cl.⁷
F 04 B 49/

⑦① Aktenzeichen: 199 13 593.2
⑦② Anmeldetag: 24. 3. 1999
⑦③ Offenlegungstag: 5. 10. 2000

⑦① Anmelder:
ILMVAC GmbH, 98693 Ilmenau, DE

⑦③ Vertreter:
Engel und Kollegen, 98527 Suhl

⑦② Erfinder:
Frenzel, Günter, 98693 Ilmenau, DE; Engman
Hubert, 98693 Ilmenau, DE

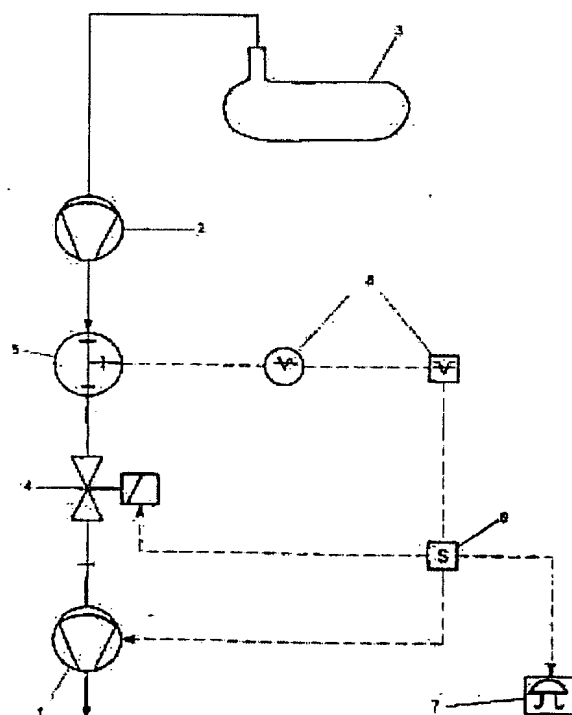
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
US 50 39 280

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Gesteuerter Pumpstand

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Pumpstand zur Erzeugung eines Vakuums mit einer Hochvakuumpumpe (2) und einer Vorpumpe (1), die für die Hochvakuumpumpe einen bestimmten Vordruck bereitstellt. Der Pumpstand besitzt ein schaltbares Ventil (4) zwischen Hochvakuumpumpe und Vorpumpe; einen Drucksensor (5), der den am Ausgang der Hochvakuumpumpe anliegenden Vordruck bestimmt; und eine Steuereinheit (6), die basierend auf dem Vordruck die Vorpumpe einschaltet und das Ventil öffnet, wenn der Vordruck einen oberen Schwellenwert überschreitet. Außerdem gibt die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung dieses Pumpstandes an.



DE 199 13 593 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Pumpstand zur Erzeugung eines Vakuums mit einer Hochvakuumpumpe und einer Vorpumpe, die für die Hochvakuumpumpe einen niedrigen Vordruck bereitstellt. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung eines Pumpstandes, welcher zur Erzeugung eines Hochvakuums eine Hochvakuumpumpe und eine Vorpumpe umfaßt.

In der Technik sind verschiedenste Pumpenanordnungen bekannt. Sogenannte Pumpstände umfassen eine oder mehrere Pumpen und die zugehörige Steuerungstechnik. Die jeweils einzusetzende Pumpe wird unter anderem anhand der gewünschten Druckanforderungen, der Fördermenge und des zu pumpenden Mediums bestimmt.

In der Vakuumtechnik ist es bekannt, daß zur Erzeugung eines Hochvakuums (oder eines Ultrahochvakuums) in einer gegebenen Gesamtanordnung eine Hochvakuumpumpe mit einer Vorpumpe kombiniert wird. Die jeweiligen physikalisch-technischen Wirkprinzipien der Vorpumpe haben aber zur Folge, daß mit der Vorpumpe in vertretbarer Zeit nur ein Grobvakuum, ggf. ein Feinvakuum, erzeugt werden kann. Wenn dieser Zustand erreicht ist, greift die üblicherweise in Reihe mit der Vorpumpe geschaltete Hochvakuumpumpe aktiv in den Evakuierungsvorgang ein. Die bekannten Hochvakuumumpen sind in der Lage ein Hoch- bzw. Ultra-Hochvakuum innerhalb eines Rezipienten zu erzeugen. Für den Betrieb dieser Hochvakuumumpen ist es aber erforderlich, daß die Ausgangsseite nicht unmittelbar an den Atmosphärendruck gekoppelt ist sondern einem wesentlich geringeren Vordruck unterliegt. Dieser Vordruck wird von der Vorpumpe erzeugt.

Bei derartigen Anordnungen nach dem Stand der Technik ist es erforderlich, daß die Vorpumpe während der gesamten Betriebszeit des Pumpstandes arbeitet, um den Vordruck kontinuierlich an dem Ausgang der Hochvakuumpumpe bereitzustellen. Dies hat zur Folge, daß die Vorpumpe einen erheblichen Energiebetrag verbraucht, obwohl nur sehr geringe Mengen des Restgases aus dem Evakuierungsvolumen abzusaugen sind. Da bei industriellen Anwendungen und in Laboraufbauten das gewünschte Vakuum häufig über einen relativ langen Zeitraum aufrecht erhalten werden soll, unterliegt bei entsprechenden Pumpständen auch die Vorpumpe hohen Anforderungen aufgrund der langen, ununterbrochenen Betriebszeiten. Es ergeben sich geringere Standzeiten für die Vorpumpe, die relativ hohe Wartungskosten zur Folge haben.

Ein weiteres Problem bei bekannten Pumpständen zur Erzeugung eines Hochvakuums besteht darin, daß bei einem fehlerbedingten Ausfall der Vorpumpe der Druck im Evakuierungsraum ansteigen kann, ohne daß rechtzeitige Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Vakuums eingeleitet werden können.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren zur Steuerung eines Pumpstandes anzugeben, durch welches die genannten Nachteile vermieden werden. Außerdem soll die Erfindung einen Pumpstand bereitstellen, der dieses Verfahren realisieren kann. Insbesondere ist es wünschenswert, die notwendige Betriebszeit der Vorpumpe zu reduzieren, um einerseits Energie einzusparen und andererseits die Lebensdauer der Vorpumpe zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, welches folgende Schritte umfaßt:

- a) Inbetriebnahme der Vorpumpe, um die Gesamtanordnung zu evakuieren und einen vorbestimmten Vordruck aufzubauen;
- b) Inbetriebnahme der Hochvakuumpumpe, um einen

vorbestimmten Enddruck aufzubauen;

c) Überwachung des Vordrucks am Ausgang der Hochvakuumpumpe mit einem Drucksensor;

d) Schließen eines Ventils, welches zwischen der Vorpumpe und der Hochvakuumpumpe angeordnet ist wenn der Vordruck einen unteren Schwellenwert unterschreitet;

e) Abschaltung der Vorpumpe, wenn das Ventil geschlossen ist;

f) Wiederinbetriebnahme der Vorpumpe, wenn der Vordruck einen oberen Schwellenwert überschreitet;

g) Öffnen des Ventils, um den Vordruck am Ausgang der Hochvakuumpumpe zu senken;

h) Rückkehr zum Schritt c) und zyklisches Fortsetzen des Verfahrens.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den Vorteil, daß die Vorpumpe nach der Bereitstellung des für den Betrieb der Hochvakuumpumpe benötigten Vordrucks abgeschaltet werden kann. Nach einer Erstevakuierung der Gesamtanordnung kann bei gut abgedichteten Gesamtanlagen die zur Aufrechterhaltung des Vakuums erforderliche Pumpleistung allein von der Hochvakuumpumpe bereitgestellt werden. Gerade bei Anlagen, die über längere Zeit betrieben werden, kommt es dadurch zu einer deutlichen Reduzierung der erforderlichen Laufzeit der Vorpumpe und damit zur Erhöhung der Lebensdauer der Vorpumpe. Während des Betriebes wird die Vorpumpe nur dann aktiviert, wenn der am Ausgang der Hochvakuumpumpe erforderliche Vordruck einen oberen Schwellenwert überschreitet. Durch die abhängige Steuerung des zwischen der Vorpumpe und der Hochvakuumpumpe angeordneten Ventils ist außerdem ein Anstieg des Vordrucks aufgrund von Undichtigkeiten im Bereich der Vorpumpe ausgeschlossen. Durch die deutlich kürzeren Betriebszeiten der Vorpumpe wird auch die Geräuschemission der Anlage stark verringert.

Bei einer vorteilhaften Abwandlung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Ventil auch dann geschlossen, wenn der Vordruck einen Fehlerschwellenwert überschreitet. Dies bietet den Vorteil, daß der Hochvakuumabschnitt von dem Grob- bzw. Feinvakuumabschnitt der Gesamtanordnung abgetrennt werden kann, sobald aufgrund eines Leckes oder eines anderen Fehlers die Vorpumpe nicht mehr in der Lage ist, den nötigen Vordruck aufrechtzuerhalten. Dadurch kann zumindest über einen gewissen Zeitraum ein starker Druckanstieg im Hochvakuumabschnitt verhindert werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens liegt zwischen der Wiederinbetriebnahme der Vorpumpe im Schritt f) und dem Öffnen des Ventils im Schritt g) eine vorbestimmte Zeitdauer. Diese Zeitdauer ist derart bestimmt, daß bei einer gegebenen Saugleistung der Vorpumpe das Totvolumen zwischen der Vorpumpe und dem Ventil evakuiert werden kann und in diesem Bereich der benötigte Vordruck eingestellt wird, bevor das Ventil geöffnet und damit die Verbindung zur Ausgangsseite der Hochvakuumpumpe hergestellt wird. Dadurch ist sichergestellt, daß ein sprunghafter Druckanstieg am Ausgang der Hochvakuumpumpe vermieden wird, der ggf. zu einer Betriebsstörung der Hochvakuumpumpe führen könnte bzw. einen unerwünschten Druckanstieg im Hochvakuumabschnitt hervorruft.

Zur Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung dient auch ein Pumpstand, umfassend ein schaltbares Ventil zwischen Hochvakuumpumpe und Vorpumpe, einen Drucksensor, der den am Ausgang der Hochvakuumpumpe anliegenden Vordruck bestimmt, und eine Steuereinheit, die basierend auf dem Vordruck die Vorpumpe einschaltet und das Ventil öffnet, wenn der Vordruck einen oberen Schwellenwert

druck den Fehlerschwellenwert unterschreitet, kann im Schritt 36 das Ventil wieder geöffnet werden und die Fehler-routine springt zum Schritt 32 zurück, um die normale Fehlerüberwachung fortzusetzen.

Die dargestellten Verfahrensschritte lassen sich in bekannter Weise durch eine Schalllogik realisieren, es kann aber auch ein Mikroprozessor eingesetzt werden, der durch ein angepaßtes Datenverarbeitungsprogramm gesteuert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Pumpstandes, welcher zur Erzeugung eines Hochvakuums eine Hochvakuum-pumpe und eine Vorpumpe umfaßt, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- a) Inbetriebnahme der Vorpumpe (11), um die Gesamtanordnung zu evakuieren und einen vorbestimmten Vordruck aufzubauen;
- b) Inbetriebnahme der Hochvakuumpumpe (14), um einen vorbestimmten Enddruck aufzubauen;
- c) Überwachung des Vordrucks (15) am Ausgang der Hochvakuumpumpe mit einem Drucksensor;
- d) Schließen eines Ventils (16), welches zwischen der Vorpumpe und der Hochvakuumpumpe angeordnet ist, wenn der Vordruck einen unteren Schwellenwert unterschreitet;
- e) Abschaltung der Vorpumpe (17), wenn das Ventil geschlossen ist;
- f) Wiederinbetriebnahme der Vorpumpe (19), wenn der Vordruck einen oberen Schwellenwert überschreitet;
- g) Öffnen des Ventils (21), um den Vordruck am Ausgang der Hochvakuumpumpe zu senken;
- h) Rückkehr zum Schritt c) und zyklisches Fortsetzen des Verfahrens.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt:

Schließen des Ventils (33), wenn der Vordruck einen Fehlerschwellenwert überschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt: Abgabe eines Alarmsignal (34), wenn der Vordruck den Fehlerschwellenwert überschreitet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Wiederinbetriebnahme der Vorpumpe im Schritt f) und dem Öffnen des Ventils im Schritt g) eine vorbestimmte Zeitdauer verstreicht, um das Totvolumen zwischen Vorpumpe und Ventil vor der Öffnung des Ventils erneut zu evakuieren.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem oberen Schwellenwert und dem unteren Schwellenwert ein Druckunterschied von etwa 10^2 bis 10^3 Pa besteht.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Fehlerschwellenwert etwa 10^2 bis 10^3 Pa oberhalb des oberen Schwellenwerts liegt.

7. Pumpstand zur Erzeugung eines Vakuums mit einer Hochvakuumpumpe (2) und einer Vorpumpe (1), die für die Hochvakuumpumpe einen bestimmten Vordruck bereitstellt, gekennzeichnet durch:

- ein schaltbares Ventil (4) zwischen Hochvakuumpumpe und Vorpumpe;
- einen Drucksensor (5), der den am Ausgang der Hochvakuumpumpe anliegenden Vordruck bestimmt; und
- eine Steuereinheit (6), die basierend auf dem

Vordruck die Vorpumpe einschaltet und das Ventil öffnet, wenn der Vordruck einen oberen Schwellenwert überschreitet.

8. Pumpstand nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (6) das Ventil (4) schließt, wenn vom Drucksensor ein Vordruck oberhalb eines Fehlerschwellenwerts bestimmt wird.

9. Pumpstand nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das schaltbare Ventil ein elektromagnetische Vakuumventil ist.

10. Pumpstand nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor ein kapazitiv wirkender Drucksensor ist.

11. Pumpstand nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochvakuumpumpe eine Turbomolekularpumpe ohne oder mit Grobvakuumstufe ist und die Vorpumpe entsprechend eine Fein- bzw. Grobvakuumpumpe ist.

12. Pumpstand nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der von der Feinvakuumpumpe bereitgestellte Vordruck im Bereich von 10^2 bis 1 Pa liegt.

Hierzu 4 Seiten(n) Zeichnungen

Fig. 1

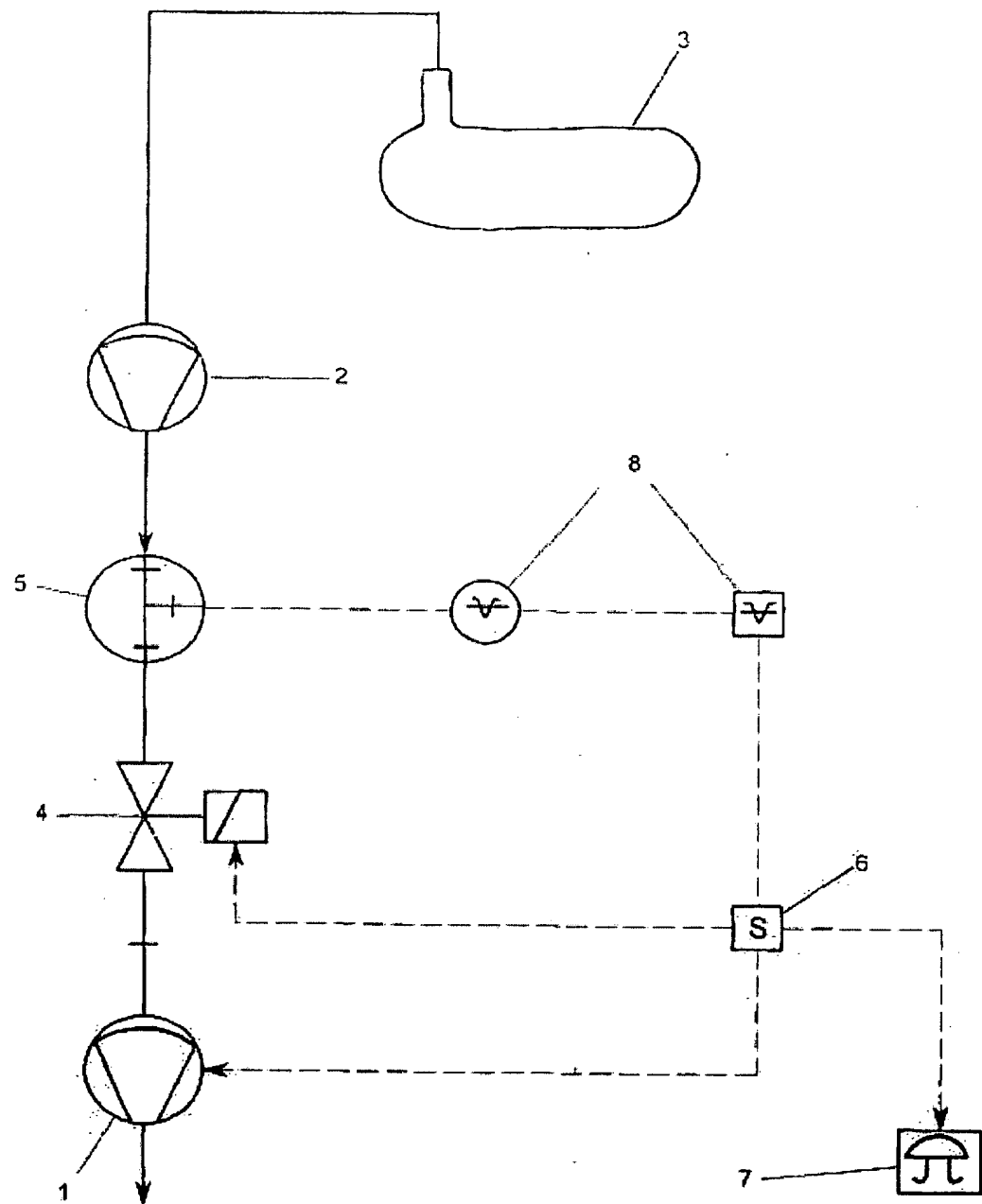


Fig. 2 a

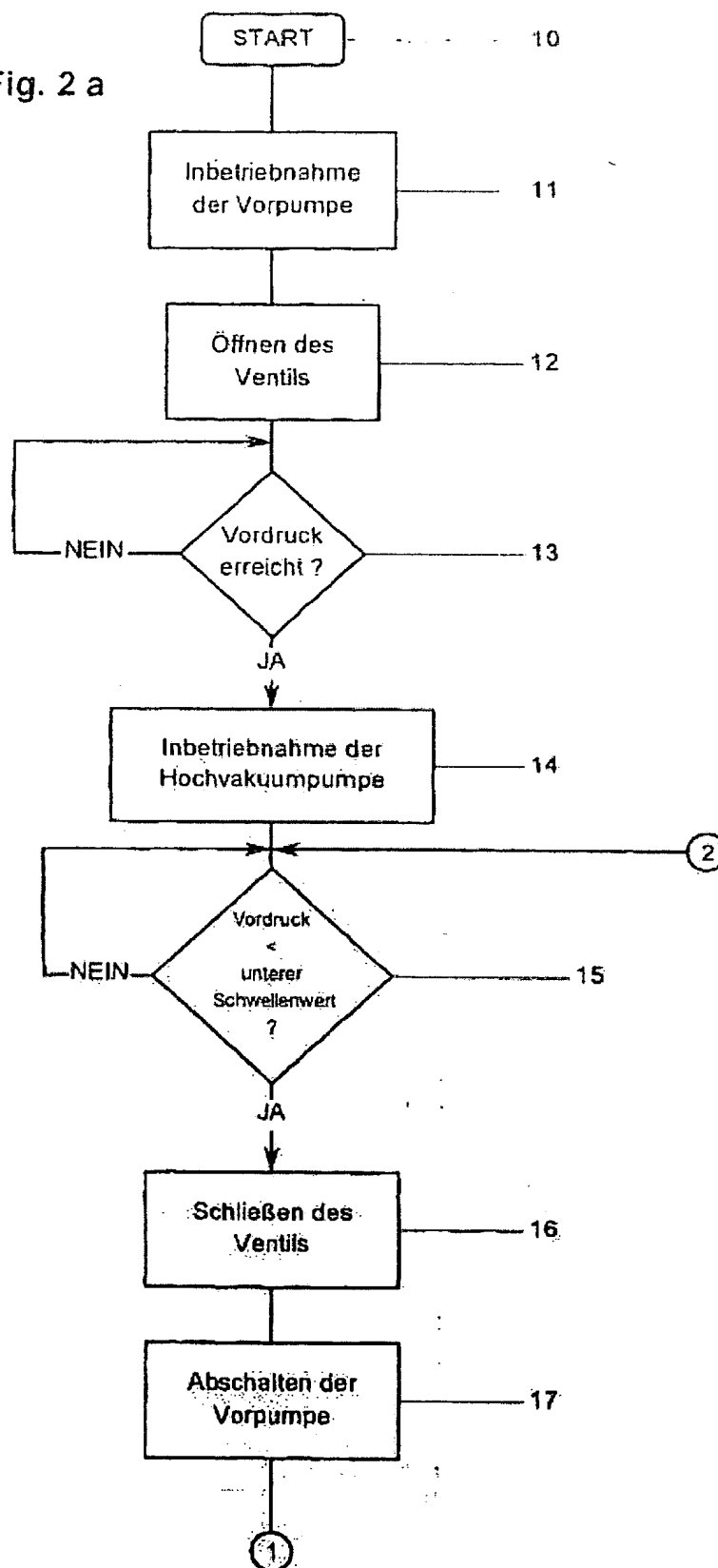


Fig. 2 b

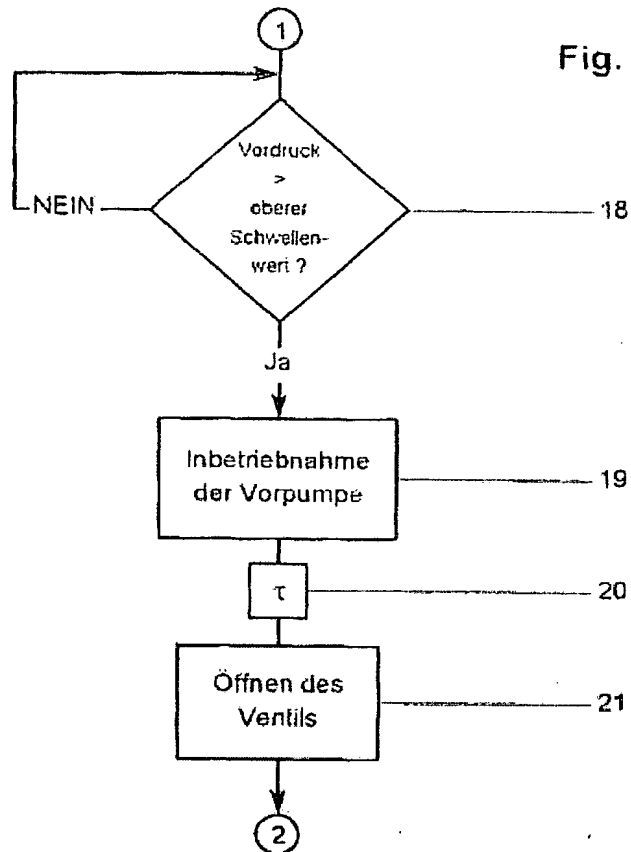
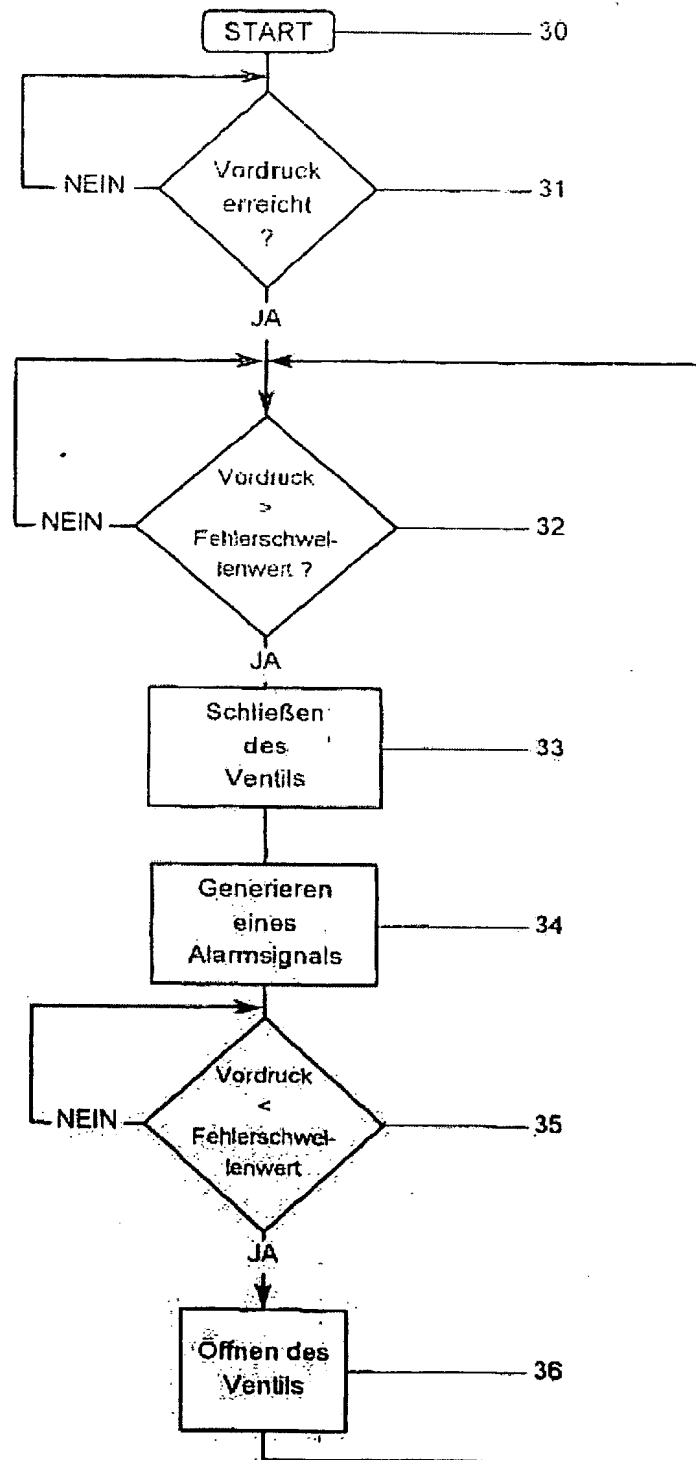


Fig. 3



BEST AVAILABLE COPY